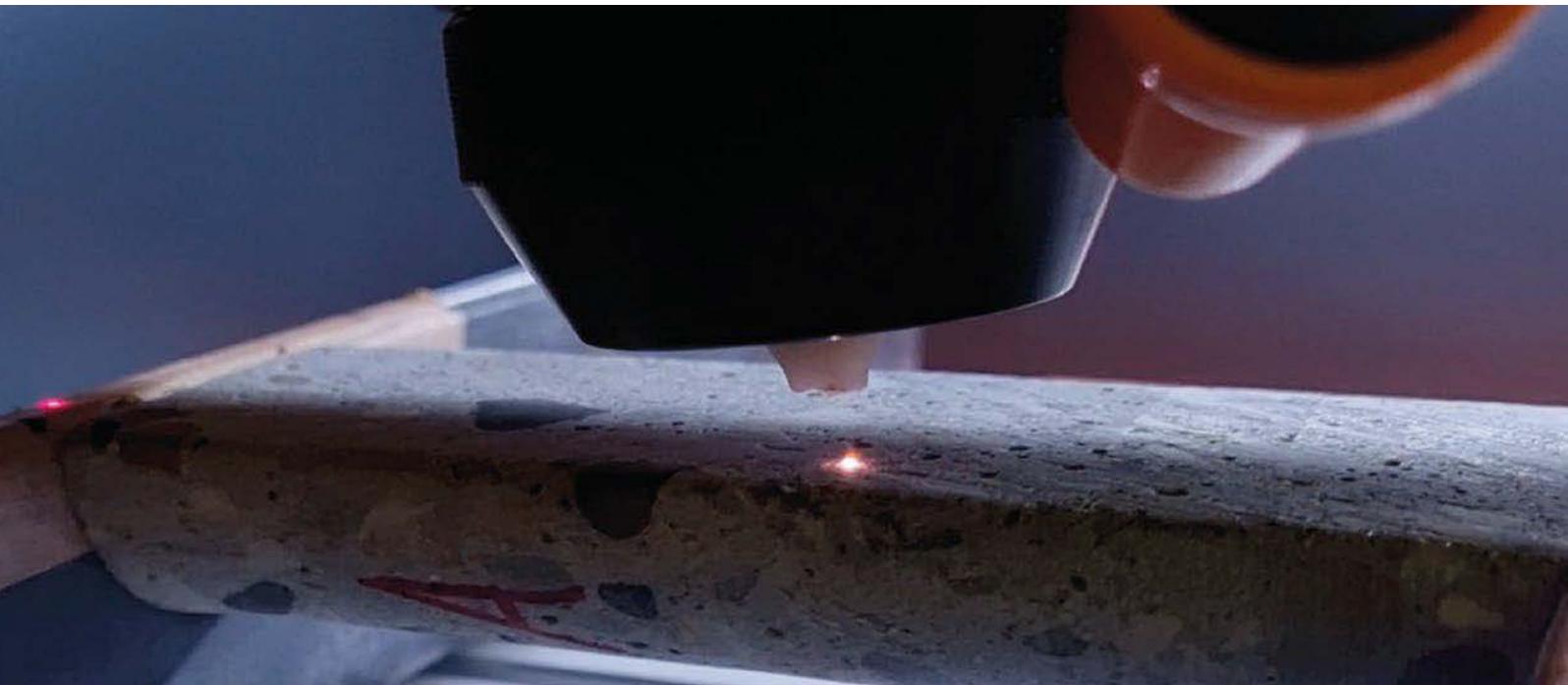
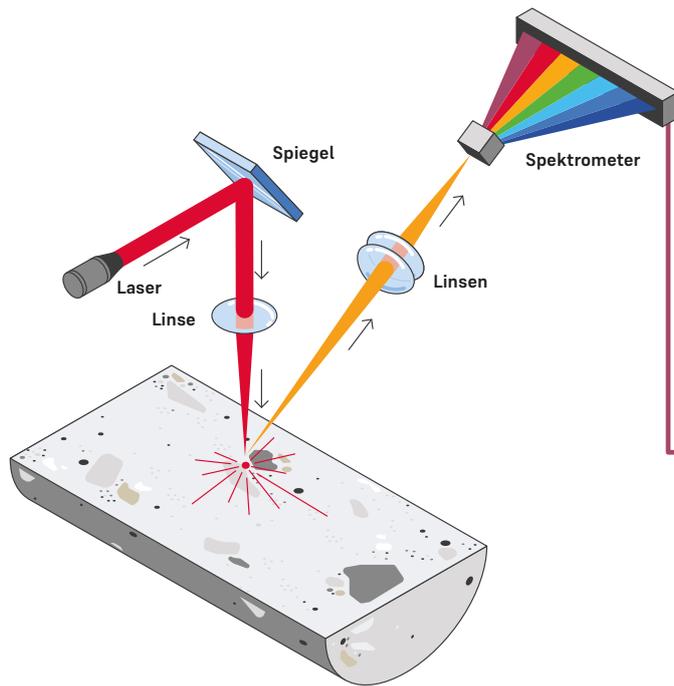


LIBS

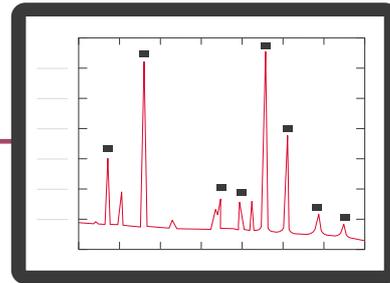
LASERINDUZIERTE
PLASMASPEKTROSKOPIE



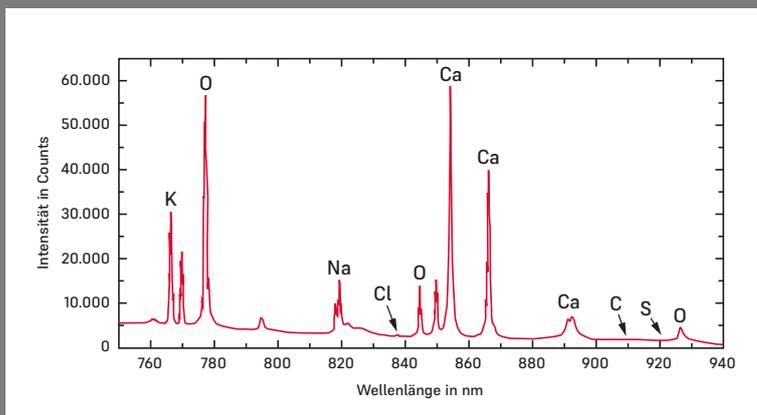
Der Blick in den Beton
schnell, detailliert, anschaulich.



Bei einer **LIBS-Analyse** wird ein **gepulster Laserstrahl auf die Probenoberfläche** fokussiert. Aufgrund der hohen Energiedichte wird eine geringe Menge des Materials verdampft und ein Plasma erzeugt. Dieses dabei entstandene Plasma sendet elementsspezifische Strahlung aus, die mit Hilfe eines Spektrometers in Abhängigkeit von der Wellenlänge detektiert wird.



Spektrum



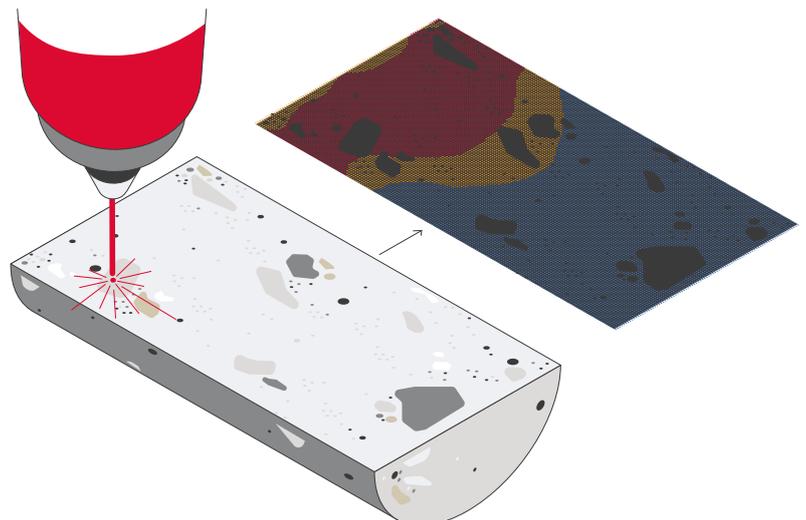
Mit dem **LIBS Verfahren** ist es möglich mehrere Elemente zeitgleich zu detektieren. Das Spektrum links zeigt beispielhaft die Erfassung von:

- > Chlor (Cl)
- > Schwefel (S)
- > Alkalien (Na, K)
- > Kohlenstoff (C)

Über die Peakposition lässt sich das Element zuordnen und die Höhe des Peaks liefert die Information über die Konzentration.

Vorteile

- > Schnelle **bildgebende Messung**
(Auflösung bis zu 0,1 mm, typisch 0,5 mm)
- > **Zweidimensionale Visualisierung** der Elementverteilungen in Baustoffen
- > **Multielementanalyse**
simultane Erfassung von z. B.
 - Chloriden (Cl) • Alkalien (Na, K)
 - Sulfaten (S) • Kohlenstoff (C)
- > **Gesteinskörnung** wird ausgeschlossen
- > **Quantitative Messung** des Chlor- und Schwefelgehalts bezogen auf den Zement
- > **Detailliertes Eindringprofil**



Möglichkeiten einer LIBS-Analyse

Ein besonderer Vorteil ist die **gleichzeitige Erfassung mehrerer Elemente** mit einer Messung. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen eine Bohrkern-Querschnittsfläche und die Intensitätenverteilungen ausgewählter Elemente. Die Heterogenität des Betons wird sichtbar. Die Gesteinskörnung und die Zementmatrix können separiert werden.

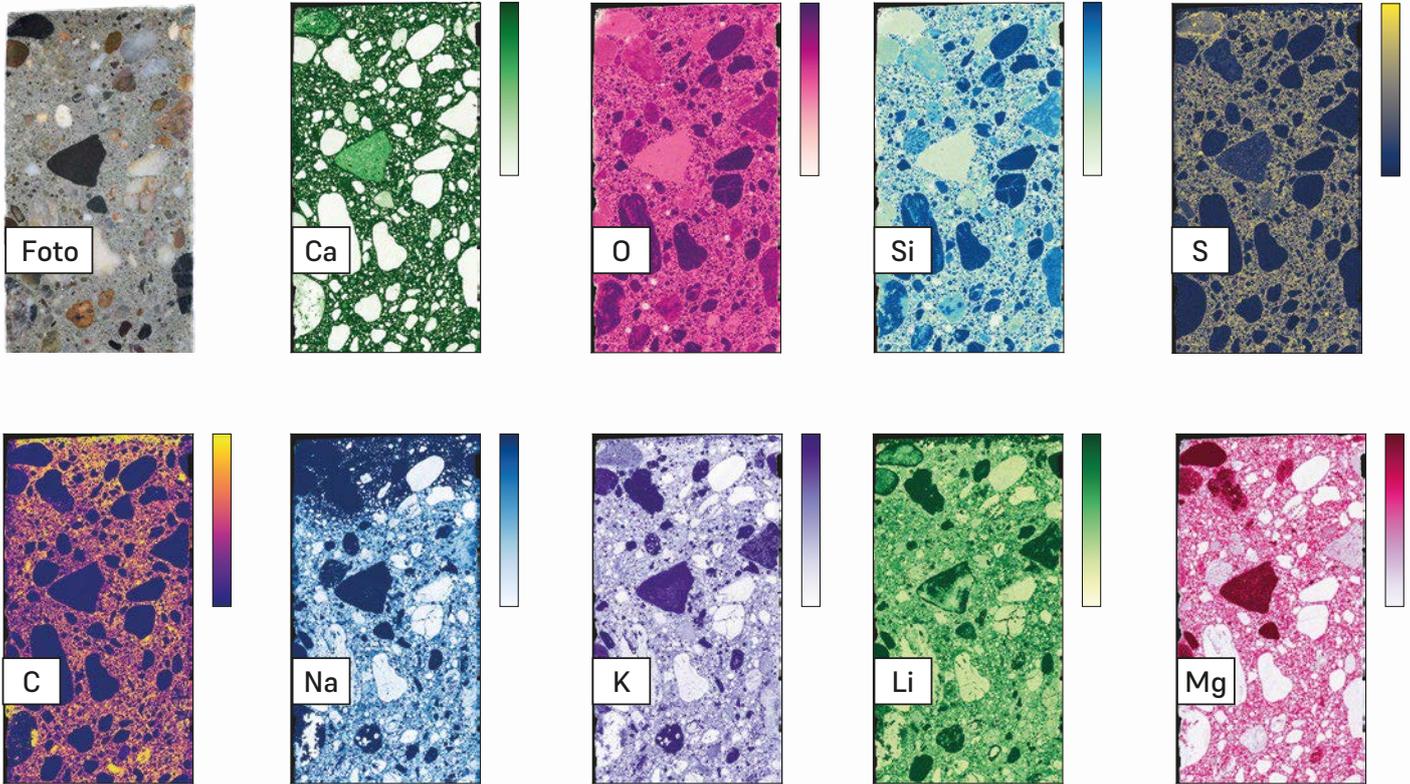
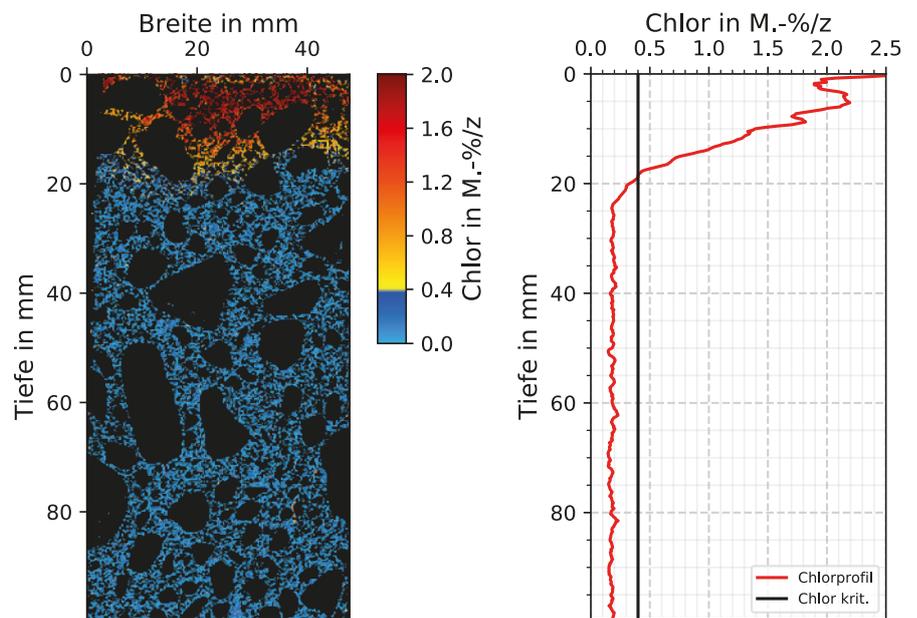


Abbildung der Chloridverteilung

→ Cl Chlor

Die **Abbildung der Chloridverteilung** erfolgt durch die Erfassung des Elements Chlor. Das Ergebnis wird als Bild und als detailliertes Tiefenprofil dargestellt. Die quantitativen Werte sind im Bezug auf den Zement angegeben. Das ist möglich, da die Messungen auf der Gesteinskörnung aussortiert werden (schwarz).



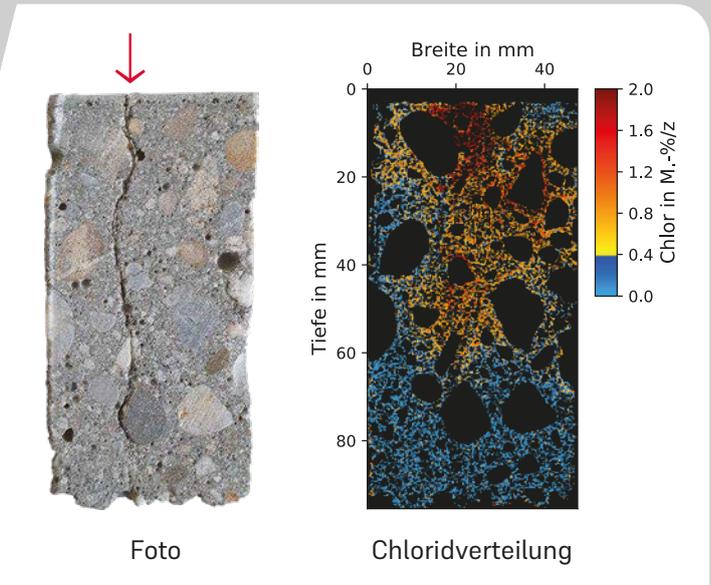
Chloridverteilung

Tiefenprofil

Chlorideintrag im Riss

→ Cl Chlor

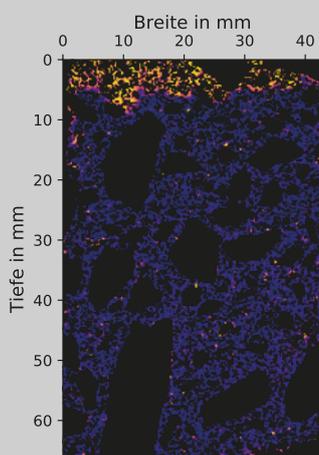
Die **detaillierte bildgebende Darstellung** ermöglicht es lokale Maxima oder Minima z.B. im Riss zu erfassen.



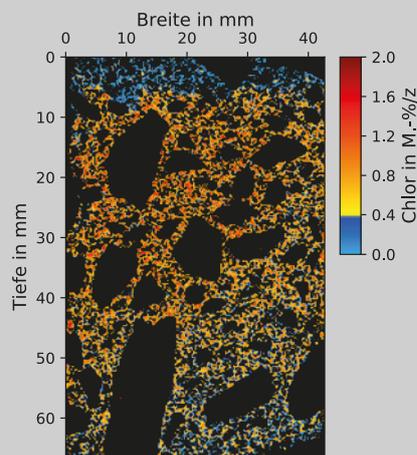
Wechselwirkung Carbonatisierung Chlorideintrag

→ Cl Chlor C Kohlenstoff

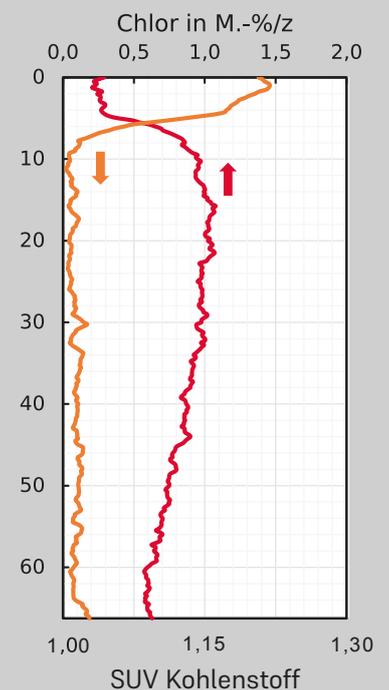
Durch die **gleichzeitige Erfassung von Kohlenstoff und Chlor** bei der Messung lässt sich der Einfluss carbonatisierter Bereiche auf die Chloridverteilung ermitteln. Dabei zeigten sich meistens geringere Chloridwerte im carbonatisierten Bereich.



Kohlenstoffverteilung



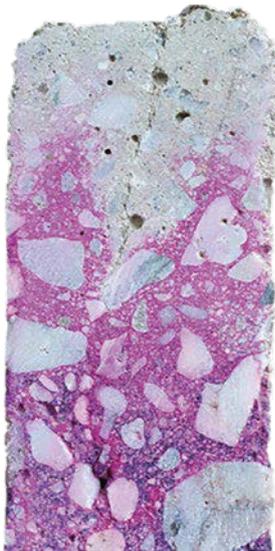
Chloridverteilung



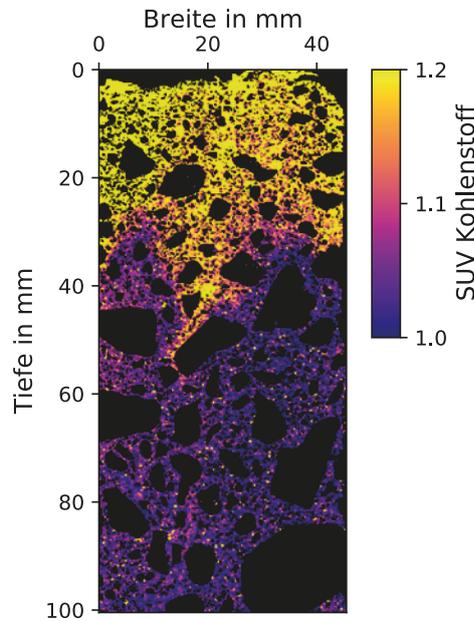
Carbonatisierung

→ **C** Kohlenstoff

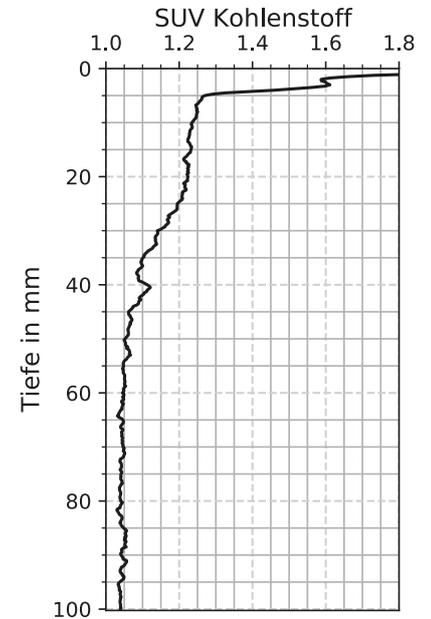
Ein Anwendungsbeispiel ist die Detektion der Carbonatisierungstiefe über das erhöhte Kohlenstoffsignal im carbonatisierten Bereich.



Querschnittsfläche mit Indikator



Kohlenstoffverteilung

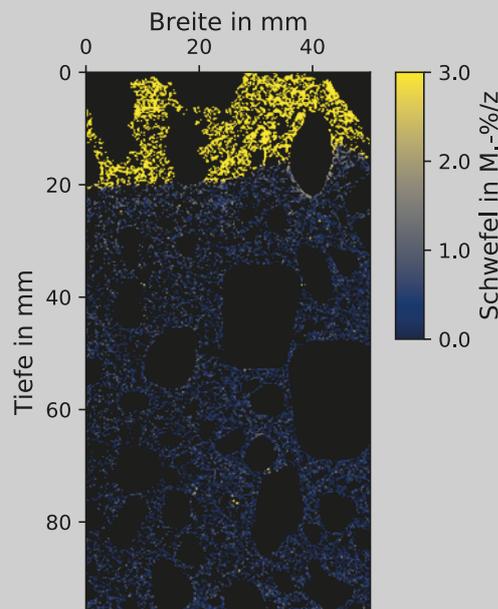


Tiefenprofil

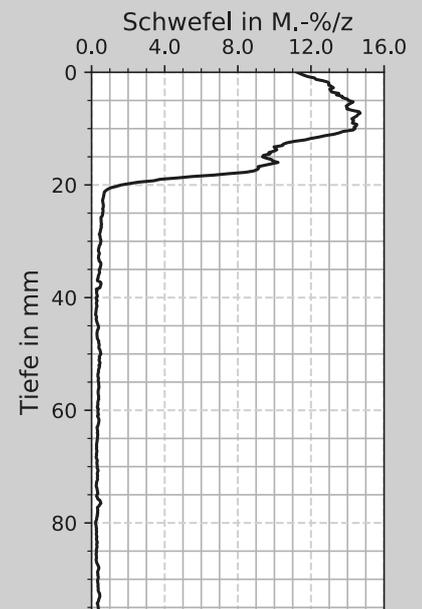
Sulfat-Eindringen

→ **S** Schwefel

LIBS kann unter anderem zur **Schadensdiagnose** bei der Analyse einer durch Schwefelsäure verursachten Betonkorrosion eingesetzt werden. Die gefährdeten Bereiche werden durch Ermittlung der Schwefelverteilung lokalisiert. Nach Kalibrierung und Ausschluss der Gesteinskörnung erfolgt die Angabe quantitativer Werte bezogen auf den Zement.



Schwefelverteilung



Tiefenprofil



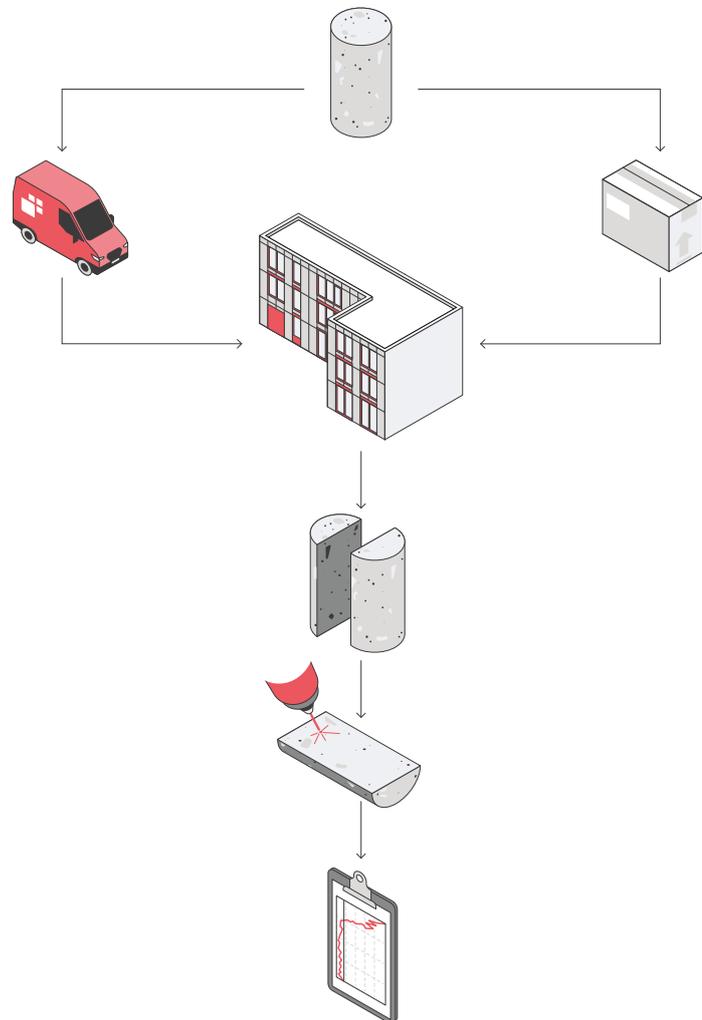
Ablauf

Für die Betonanalyse mittels **LIBS** werden normalerweise Bohrkern mit einem Durchmesser von 50 mm aus dem Bauwerk entnommen. Die Entnahme der Bohrkern kann durch unsere Mitarbeiter erfolgen. Sie können aber auch Bohrkern an uns per Post senden.

Für weitere Informationen oder Fragestellungen können Sie uns gerne kontaktieren. Auch für andere zerstörungsfreie und zerstörende Prüfverfahren stehen wir gerne zur Verfügung.

Richtlinie

Die Messungen erfolgen nach Merkblatt B 14 „Quantifizierung von Chlorid in Beton mit der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS)“ der DGZfP (Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V.)



**Barg Baustofflabor
GmbH & Co. KG**

Walther-Huth-Straße 2
12487 Berlin

+49 30 / 801 92 – 0
info@barg-libs.de

